

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-003878

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
C04B 41/80
C23C 14/34
H01L 21/203
H01L 21/205
H01L 21/68
// C23F 4/00

(21)Application number : 09-109053

(71)Applicant : APPLIED MATERIALS INC

(22)Date of filing : 25.04.1997

(72)Inventor : KHURANA NITIN
BURKHART VINCE
SANSONI STEVE
PARKHE VIJAY
TZOU EUGENE

(30)Priority

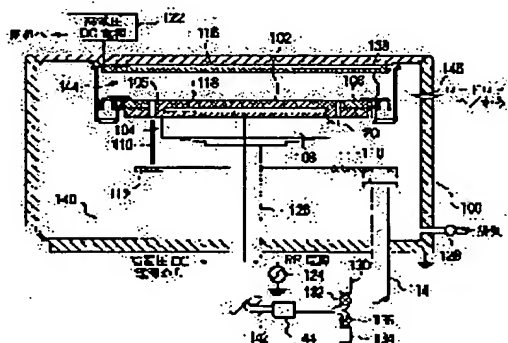
Priority number : 97 814188 Priority date : 10.03.1997 Priority country : US

(54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING SURFACE CONDITION OF CERAMIC SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for controlling the surface condition of a ceramic body in a process chamber, which is provided with a vacuum pump, an anode and a cathode.

SOLUTION: A vacuum is produced in a process chamber 100 by a vacuum pump. Gas is introduced in the chamber. An anode and a cathode are charged by a RF electric power 124. The gas is ignited and becomes plasma. The surface of a ceramic body is subjected to sputter etching with ion from plasma for removing contaminants. This method is adopted for controlling the surface condition so that a ceramic chuck may be in an initial condition in the process chamber 100 or for controlling the shape of the ceramic body or elements in a special chamber cleaning.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step which is the approach of adjusting the surface state of the ceramic base in the process chamber which has a vacuum pump, an anode, and a cathode, and maintains said process chamber to a vacuum using a vacuum pump, The step which introduces gas into said chamber, and the step which energizes said anode and cathode with RF power, and generates the plasma by said gas, The approach which carries out sputter etching of said ceramic base with the ion from said plasma, and is characterized by having the step which removes a pollutant from a ceramic base.

[Claim 2] Said gas is an approach according to claim 1 characterized by being inert gas.

[Claim 3] Said gas is an approach according to claim 1 characterized by being reactant gas.

[Claim 4] Furthermore, the approach according to claim 1 characterized by having the step which introduces into said chamber two or more gas other gas of whose the gas of 1 is inert gas and is reactant gas.

[Claim 5] Said reactant gas is an approach according to claim 4 characterized by passivating the front face of a ceramic base.

[Claim 6] Said inert gas is an approach according to claim 4 by which it is characterized [which is an argon].

[Claim 7] Said reactant gas is an approach according to claim 4 by which it is characterized [which is oxygen].

[Claim 8] Said reactant gas is an approach according to claim 4 by which it is characterized [which is nitrogen].

[Claim 9] Furthermore, the approach according to claim 1 characterized by having SUTEPPU ** which exhausts a contaminant from a chamber.

[Claim 10] The approach according to claim 9 characterized by discharging said pollutant by maintaining the pressure of a chamber to an about 1.5mm toll while carrying out sputter etching of a sink and said ceramic base for gas continuously from the chamber and the chamber.

[Claim 11] The approach according to claim 9 characterized by discharging a pollutant by exhausting said gas as a result of maintaining a chamber pressure to an about 8mm toll among a cleaning process and carrying out sputter etching of the ceramic base.

[Claim 12] The step which adjusts said surface state is an approach according to claim 1 characterized by being about carried out at a room temperature.

[Claim 13] The step which adjusts said surface state is an approach according to claim 4 characterized by being carried out above a room temperature.

[Claim 14] The step which adjusts said surface state is an approach according to claim 4 characterized by being carried out in 500-600 degrees C.

[Claim 15] Said reactant gas is an approach according to claim 14 by which it is characterized [which is oxygen].

[Claim 16] Said reactant gas is an approach according to claim 14 by which it is characterized [which is nitrogen].

[Claim 17] In the approach of removing a pollutant from the front face of a ceramic chuck in the wafer processing chamber of a semi-conductor wafer processing system The step which said wafer processing chamber has the vacuum pump, the anode, and the cathode, removes a wafer from the front face of a

ceramic chuck, and suspends the wafer processing in said processing chamber, The step which maintains said wafer processing chamber to a vacuum using a vacuum pump, The step which introduces argon gas into said processing chamber, and said anode and cathode are energized with RF power. The approach characterized by having the step which generates said gas to the plasma, the step which falls the pressure of a chamber and makes a sputtering rate the optimal, and the step which carries out sputter etching of said chuck front face with the ion from the plasma, and removes a pollutant from a chuck front face.

[Claim 18] Furthermore, the approach according to claim 17 characterized by introducing oxygen into said chamber and having the step which passivates the front face of a chuck.

[Claim 19] Furthermore, the approach according to claim 17 characterized by having the step which detects the surface state of a chuck, answers the surface state of said chuck, and suspends processing of a wafer.

[Claim 20] The vacuum chamber which is a sputtering etch cleaning chamber for adjusting the surface state of a ceramic base, and has the wall which forms an anode, The pedestal which forms the cathode for being supported in said vacuum chamber and supporting said ceramic base in said vacuum chamber, So that it is combined with said anode and cathode, and RF electrical potential difference may be answered, the plasma may be generated and sputter etching of said front face of said ceramic base can be carried out to RF power source for supplying RF electrical potential difference The sputtering etch cleaning chamber characterized by having a source of gas supply for being combined with said chamber and supplying gas to a vacuum chamber.

[Claim 21] Said source of gas supply is a sputtering etch cleaning chamber according to claim 19 characterized by having a source of reactant gas supply containing the reactant gas for passivating said front face of the inert gas supply source containing the inert gas for carrying out sputter etching, and a free pollutant and said ceramic base.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO, and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention cleans the ceramic component of the processing system of a semiconductor wafer, and relates to the processing for adjusting a surface state. Especially this invention relates to the approach and equipment for cleaning the front face of the electrostatic ceramic chuck of the processor of the semiconductor wafer which uses the plasma, and other ceramic components.

[0002]

[Description of the Prior Art] The reaction which uses as the base the plasma which gives deposition of the thin film controlled by accuracy is still more important for semiconductor industry. For example, the plasma reactor in the semiconductor wafer processing system of hot physical gaseous-phase deposition (PVD) has a reaction chamber for having a substrate base material for supporting a substrate in the electrode (a cathode and anode) which was generally able to open spacing of the couple which generates electric field into reactant gas and a chamber, and electric field. It is embedded in the target ingredient which the cathode is typically embedded in the substrate base material, and the spatter of the anode is carried out on a substrate on the other hand, or should be deposited. Electric field ionize reactant gas and generate the plasma. The plasma characterized by the glow which can be seen is forward, negative reaction gas ion, and mixing of an electron. The ion from the plasma gives an impact to a target and makes a deposition ingredient emit. Thus, a deposit forms on the substrate currently supported on the front face of the substrate base material which is in a cathode immediately in a top.

[0003] The special substrate base material of a type used for an elevated-temperature PVD system is the electrostatic chuck of a ceramic. The electrostatic chuck of a ceramic generates electrostatic attraction between a substrate (namely, semiconductor wafer) and a chuck, and holds a wafer during treatment in a static position. An electrical potential difference is impressed to one or more electrodes embedded to the ceramic chuck inside of the body so that the charge of ***** antipole nature may be guided to a wafer and an electrode. The charge of antipole nature draws the wafer which is in the same flat surface to the support surface of a chuck, and, thereby, clamps a wafer electrostatic. Furthermore, in an "unipolar" electrostatic chuck, it is impressed by the electrode embedded in the pedestal where an electrical potential difference supports a chuck. If the chamber element with which the plasma was grounded, and the wafer on a wafer base material are contacted or it approaches extremely, an electrical potential difference will become the touch-down criteria of a certain internal chamber. A wafer is electrically connected to the earth through the plasma. Since a wafer is a dielectric, the bank and an electrostatic suction force are made for the charge of antipole nature by the rear face of a wafer, and the top face of a wafer base material between a wafer and a chuck.

[0004] The ceramic ingredient used in order to make an elevated-temperature chuck is aluminum nitride or titanium oxide (TiO₂) typically. They are the alumina doped with the oxide of a metal [like], or other ceramic ingredients which have the same resistive characteristic. This gestalt of a ceramic is semi-conductivity at an elevated temperature. For this property, a wafer is mainly held to a chuck according to a Johnson-Rahbek effect. Such a chuck is indicated by U.S. Pat. No. 5,117,121 published on May 26, 1992. One fault of using the chuck object made from the ceramic is that the property on the front face of a chuck changes with time amount. For example, if a chuck front face is put to an organic material, the engine performance of a chuck will deteriorate. Especially, the carbon (front face), the water, and the

hydroxides of an indeterminate gather in a chuck front face. If it lets a wafer pass from a load lock to a chamber or a chamber is put into a maintenance cycle at atmospheric air, while this contaminant processes, it will enter in a chamber. Furthermore, in the deflation of a chamber element, failure of the O ring for example, in a chamber and deflation generate the pollutant of a hydrocarbon. If these contaminants generate the film of conductive carbon on a chuck front face and do not remove it, they generate glow. Furthermore, the excessive products of the wafer processing which produces contamination gather in a chuck front face. However, the excessive products of these processings are not considered to be the main pollutants. After repeat processing or a maintenance cycle, are recording of these contaminants drops the engine performance of a chuck, and is not [a chuck] useful and carries out a chuck (the chuck force falls extremely and/or it becomes namely, less uniform). If a chuck is exchanged at an early stage, equipment will become expensive and will decrease in number the non-operating time of a chamber.

[0005] Therefore, there is the need for the approach except the film of the contamination deposited on the ceramic element of the processing system of not only the support surface up one of a chuck but other semi-conductor wafers.

[0006] [Summary of the Invention] These faults of the conventional technique are conquered by the approach and equipment for adjusting the surface state of the ceramic object of this invention. Furthermore, it is the approach of using the plasma, in order to remove the film of the surface layer which remains from the chuck front face [in / in the gestalt of the 1st operation / the processing chamber of a semi-conductor wafer] according to this invention in a detail. The process chamber has the vacuum pump, the anode, and the cathode. This approach energizes the step which maintains a chamber at a vacuum with a vacuum pump, the step which introduces gas in a chamber, an anode, and a cathode with RF power, carries out sputtering of the step which generates gas to the plasma, and the front face of a chuck with the ion from the plasma, and has the step which removes a pollutant from there. Furthermore, two or more gas is introduced into a chamber. One gas is inert gas and other gas is reactant gas. Reactant gas is combined with the pollutant of not only the charge of facing of a chuck but the particle removed from a front face. This association passivates the contaminant of freedom, and the front face of a chuck.

[0007] The gestalt of operation of the 2nd of this invention is the approach and equipment which perform the spatter cleaning process of the gestalt of the 1st operation within the cleaning chamber of dedication. This chamber has the cathode pedestal which supports the ceramic element which should be cleaned, the grounded anode chamber wall, and a vacuum pump. This approach energizes the step which makes a cleaning chamber a vacuum and maintains it with a vacuum pump, the step which introduces spatter etching gas into a chamber, an anode, and a cathode with RF power, carries out sputter etching of the step which generates gas to the plasma, and the front face of a chuck with the ion from the plasma, and has the step which removes a pollutant from there. Reactant gas is also introduced in a chamber and passivates not only the front face of a ceramic element but a free pollutant.

[0008] As a result of having used the new approach of this invention, the film of the pollutant adhering to a ceramic object is removed enough. if a ceramic chuck is cleaned by this invention, since the integrity of the front face of a chuck will be maintained by it . — this substantial improvement increases the life of a chuck, and the engine performance, and various processing cycle cotton without a superfluous maintenance or the non-operating time of a chamber holds the force to clamp.

[0009]

[Embodiment of the Invention] In order to make an understanding easy, although the same component common to a drawing is shown, if possible, the same reference number is used for it. Drawing 1 is the sectional view of the PVD wafer processing chamber 100 for processing a semi-conductor wafer. It is ***** by which the reader was published on July 20, 1993 in order to understand the actuation in processing of a PVD reaction chamber and a wafer in detail. Please refer to detailed explanation and the detailed drawing of 5,228,501 **. It indicates the wafer means for supporting used for PVD manufactured by Applied Materials in Santa Clara of cull FORUNIA. The wafer 102 appears on the substrate means for supporting 105, i.e., the support front face of a pedestal. A pedestal 104 has the pedestal base 106 and a shaft 126, and a shaft contains a lead wire required since it flows through DC and RF power from the power sources 122 and 124 which separated in a pedestal 104. furthermore, the shaft 126 — gas — it has a conduit and gas is supplied to the process cavity directly arranged through the pedestal 104 in the pedestal 104 upper part. Moreover, a pedestal 104 is equipped with one or more chuck electrodes 120

embedded at the chuck base 118 of a ceramic. The rise-and-fall pin 110 is attached on the plat form 112 connected to the vertical shaft 114, and it works so that the wafer 102 after processing may be lifted from the pedestal front face 105.

[0010] The target 116 of sputtering or a deposition ingredient is arranged above the pedestal 104. A target 116 is usually aluminum or titanium and is electrically insulated from the chamber 100. The power source 122 which separated is a DC power supply of high tension, and is electrically connected with the target 116 between pedestals 104 for the magnetron which carries out sputtering of the wafer. Furthermore, the RF (high frequency) power source 124 is combined with the pedestal 104 through the pedestal base 106. Thus, a pedestal 104 forms a cathode and the anode which is a chamber wall about RF electrical potential difference. A remaining ring 108 and covering 138 surround the perimeter of a pedestal 104, and prevent deposition [**** / un-] to the bottom field 140 of a chamber. About actuation, a wafer 102 is placed on the support front face 105 of a pedestal 104. Air is extracted out of a chamber through a vacuum pump 128, and forms a low vacua. process gas -- an argon is introduced preferably to a chamber 100. A power source 122 is energized and a wafer is clamped electrostatic to a support surface 105. Especially the power source 122 impresses a DC bias to the electrode 120 in the ceramic chuck base 118. The high-tension level produced according to the power source 122 makes gas the plasma, gives bias to a target 116 and, thereby, is made to carry out the spatter of the target ingredient on a wafer.

[0011] The residue of a small particle accumulates unexpectedly on the chuck front face 105 during processing of a wafer. The conductive film from breakage of an organic material forms on the chuck front face 105 during wafer processing. These contaminants invade the integrity on the front face of a chuck, and reduce the electrostatic clamping engine performance. The conductive film is removed using low temperature and the new approach of carrying out spatter clean NINGU of an electrostatic ceramic chuck in a low-pressure environment using the inactive and reactant plasma electrically maintained by conductive mixed gas. This method of using the plasma, in order to remove a contaminant while there is no wafer is called a "sputter etching" process here. A this "sputter etching" process generates the plasma of inert gas, and that ion collides with a chuck front face, and removes the contamination film and the pollutant to which it adhered. Thus, the chuck front face 105 is cleaned and is maintained at the pretreatment condition.

[0012] A conditioning process is started when the chuck force declines as a periodic maintenance routine. If degradation of a chuck is analyzed experimentally, a periodic maintenance routine can be performed and lowering of the chuck force by contamination on the front face of a chuck can be avoided. It replaces with it and acts as the monitor of the chuck force, and supposing it falls to the level which cannot permit the chuck force, conditioning of the chuck front face can also be cleaned and carried out. Consequently, it is stopped, and wafer processing is started, without the conditioning process of sputter etching putting a chuck to atmospheric air. A spatter cleaning process is started by transporting the wafer processed at the end through the slit bulb 146 of a chamber wall to the load lock (not shown). The chamber 100 which is still in the processing vacuum (about 10⁻⁷ to 10⁻⁹ toll) of a wafer is a room temperature. Inert gas (preferably argon) is introduced from the source 130 of inert gas to a chamber 100 through a bulb 132, the main flow control equipment 144, and a conduit 142, and the pressure range (preferably 8mm toll) of the optimal plasma ignition is established. The RF power source 124 is energized in order to generate the "cleaning plasma." Although other power sources can also be used, the 13.56MHz power source 124 is a suitable "cleaning plasma" power source. That is because low bias voltage is offered on a chuck front face. Under these conditions, the "cleaning plasma" carries out the spatter of the contamination film selectively, without carrying out the spatter of the ceramic ingredient which forms a chuck.

[0013] Once the plasma is generated, a chamber pressure will be lowered for the effectiveness of the optimal "cleaning plasma", or a SUPPATA etch rate. This optimal SUPPATA etch rate is the high mean free path (high mean free path) of the sputtering ion produced in the chamber pressure of an about 1.5mm toll, and RF power level of 75W. It is in agreement, a limitation required in order that the "cleaning plasma" may remove a contaminant from a chuck front face -- it is maintained within a chamber. A typical cleaning cycle is performed in the range for 2 - 20 minutes. A contaminant and excessive gas are discharged by two different alternate methods from a chamber. If a gas Floe process is used, a vacuum pump 128 will pump up a pollutant from a chamber 100 continuously, and, thereby, will maintain the chamber pressure of the about 1.5mm toll in a cleaning cycle. back fill (backfill) -- if law is used, a pressure will be maintained by the about 8mm toll after ignition of the cleaning plasma. A vacuum pump 128 discharges a pollutant to the end

of a cleaning cycle.

[0014] More, the argon ion just charged in the detail, using an argon as inert gas is generated in the plasma, and an impact is given to the chuck front face by which bias was carried out to negative. This makes a ceramic activity and carries out the spatter of the remaining particle combined comparatively weakly from a chuck front face. The impact of inert gas also removes the molecule of the gas by which it adsorbed in the porous ceramic ingredient which constitutes the chuck. In order to compensate the cleaning effectiveness of inert gas, reactant gas is also introduced from the source 134 of reactant gas supply through a bulb 136 to a chamber. Reactant gas goes into a chamber before ignition of the plasma. If oxygen is used as reactant gas, the oxygen molecule with which it was ionized within the plasma will react with the atom with which the spatter of [on a chuck front face] was carried out, and will form the residue and the passive state layer of inert gas on a chuck front face. For example, in the ceramic chuck which consists of aluminum nitride, it combines with aluminum nitride and oxygen forms the layer of an aluminum oxide on the surface of a chuck. This stratification or passivation protects a chuck front face from the further contamination during processing of a wafer, as long as the engine performance of a chuck is being maintained. The passivated dielectric layer thickness is dependent on the negative bias voltage and the negative process period on a chuck.

[0015] An activity of the spatter cleaning process in an above-mentioned approach produces the front face of the ceramic chuck which is almost unrelated to all conductive film and the gas by which it adsorbed. After a spatter cleaning process is completed, a chuck is prepared for the processing cycle of a wafer, and the restart of it is carried out, without exchanging the element which has relation mutual [by growth of the contamination film] on the need of making a chamber into suitable vacuum level, the cleaning by the manual of a chamber, or the front face of a chuck. Other gas can also be used, although only an argon and oxygen were indicated in order to make the "cleaning plasma." For example, the helium which is inert gas can be replaced with an argon. Reactant gas may be chosen by determining the type and matter of a reaction which have reacted in order to make passivation of the ingredient removed, a chuck front face, or its both sides. For example, using nitrogen as reactant gas produces the profit of an addition called makeup of aluminum nitride on the front face of a chuck.

[0016] As explained in the top, cleaning actuation can be comparatively performed at low temperature. This is especially useful in the ceramic to which covalent bond of the spatter cleaning was carried out. It is because this ceramic is decomposed into metal abundant surface layers at the temperature which rose under the vacua. However, cleaning actuation can also be performed at an elevated temperature. For example, the conductive membrane surface of the graphite (contamination) formed on the chuck front face of aluminum nitride during processing of a wafer is removed using the approach of hot and above-mentioned. Especially, in the gestalt of this operation of this invention, reactant gas like oxygen is introduced into a heating chamber under a vacuum. The range of temperature is 500 degrees C - 600 degrees C preferably. A chamber is heated by various known sources of heating containing a pedestal heater, a heat lamp, etc. Reactant gas is lit by RF energy source in the plasma at a generation sake. Originally the plasma contributes also to operating temperature. The oxygen atom highly stimulated in the plasma carries out the spatter of the pollutant from the front face of a chuck. furthermore, the spatter of the nitrogen is selectively carried out from the front face which does not have the pollutant which is abundance, and which is often boiling and is carried out in surface aluminum for high chamber temperature. Thus, the front face of a chuck reacts easily with the oxygen which forms the passive state layer of an aluminum oxide. A passive state layer delays re-growth of the conductive film [**** / un-]. As mentioned above, this invention is not limited to the activity of the oxygen as reactant gas, but reactant gas can be used for it based on gas, the amount of a request of a passive state layer, and the ingredient that reacts.

[0017] Although the gestalt of suitable operation of this invention was indicated as an approach of cleaning the front face of the electrostatic chuck of the ceramic in the processing chamber of the semi-conductor wafer of PVD, this approach is useful in order to clean the chuck of the ceramic of all types [like], although used for the wafer processor of etching and chemical gaseous-phase deposition (CVD). Although the gestalt of suitable operation of this invention was indicated as the approach of the cleaning to return, this invention can be used also in the cleaning chamber of dedication. For example, this invention is used for the cleaning chamber of dedication, and a thin film (for example, residue from exposure to a production process or air) is removed from the front face of a ceramic element. In order to avoid process contamination, before this cleaning uses an element at an elevated temperature in a vacuum environment,

it is performed within a cleaning chamber.

[0018] Drawing 2 shows the cleaning chamber to the ceramic element which uses the approach of this invention. The cleaning chamber 200 includes the grounded chamber wall 206 which forms the pedestal (cathode) 204 by which RF bias was carried out, and an anode (that is, a cleaning chamber does not contain a rise-and-fall pin, a target, etc.). The cleaning process is the same as above-mentioned it except for the point that the polluted ceramic element 202 is arranged on the pedestal 204. The gas from supply sources 130 and 134 is introduced into a chamber respectively through bulbs 132 and 136, the mass flow control device 144, and a conduit 142. Then, a pedestal (cathode) 204 is energized by the RF power source 124, and carries out sputter etching of the contaminant from an element. A free contaminant is removed from a chamber 200 through a vacuum pump 208.

[0019] The cleaning which returns the front face of an electrostatic ceramic chuck is offered without in short, putting a chuck front face to the further contamination, since the vacuum in atmospheric air, i.e., a chamber, is broken if this invention is used. Thus, environmental destruction of a chamber does not need to return a chuck to a front process condition. Since a cleaning process is quick, the non-operating time of a chamber becomes min. a process is maintained and it is repeated many times [required in order to re-adjust the front face of a chuck] -- thereby -- current -- a long chuck life is promoted rather than available. The ingredient by which a spatter is carried out produces a cleaning process in the low voltage which compensates low dispersion or the low reverse of gas for the high thing for which it has a mean free path. This condition makes clearance of an excessive product easy from a front face, and prevents the re-accumulation and the superfluous deposition on a chuck front face. The equipment of this invention offers the cleaning chamber which can remove a contaminant from that of the ceramic element of various configurations, or a ceramic base.

[0020] Although the gestalt of various operations incorporating instruction of this invention was shown and it was explained to the detail, what has the usual information of this field can know easily the gestalt of the operation by which many of others incorporating these instruction were transformed.

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】真空ポンプ、アノード及びカソードを有するプロセスチャンバにおけるセラミック基体の表面状態を調節する方法であって、真空ポンプを用いて前記プロセスチャンバを真空に維持するステップと、

ガスを前記チャンバに導入するステップと、前記アノードとカソードをRF電力で付勢し、前記ガスでプラズマを生成するステップと、

前記セラミック基体を前記プラズマからのイオンでスパッタエッチングして、セラミック基体から汚染物質を除去するステップ、を有することを特徴とする方法。

【請求項2】前記ガスは、不活性ガスであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】前記ガスは、反応性ガスであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】更に、1のガスが不活性ガスであり、他のガスが反応性ガスである複数のガスを前記チャンバに導入するステップを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】前記反応性ガスは、セラミック基体の表面を不動態化することを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】前記不活性ガスは、アルゴンである特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項7】前記反応性ガスは、酸素である特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項8】前記反応性ガスは、窒素である特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項9】更に、汚染物質をチャンバから排気するステップを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項10】ガスをチャンバへ、及びチャンバから連続して流し、且つ前記セラミック基体をスパッタエッチングしている間、チャンバの圧力をおよそ1.5ミリトルに維持することによって、前記汚染物質が排出されることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】クリーニングプロセス中、チャンバ圧力をおよそ8ミリトルに維持し、且つセラミック基体をスパッタエッチングした結果、前記ガスを排気することによって、汚染物質が排出されることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項12】前記表面状態を調節するステップは、およそ室温で行われることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項13】前記表面状態を調節するステップは、室温以上で行われることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項14】前記表面状態を調節するステップは、500～600℃の範囲で行われることを特徴とする請求

項4に記載の方法。

【請求項15】前記反応性ガスは、酸素である特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】前記反応性ガスは、窒素である特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項17】半導体ウェハ処理システムの、ウェハ処理チャンバにおいて、セラミックチャックの表面から汚染物質を除去する方法において、前記ウェハ処理チャンバは真空ポンプ、アノード及びカソードを有しており、セラミックチャックの表面からウェハを取り除いて、前記処理チャンバ内のウェハ処理を停止するステップと、真空ポンプを用いて、前記ウェハ処理チャンバを真空に維持するステップと、

アルゴンガスを前記処理チャンバに導入するステップと、

前記アノードとカソードをRF電力で付勢して、前記ガスをプラズマに生成するステップと、チャンバの圧力を低下して、スパッタ速度を最適にするステップと、

20 前記チャック表面をプラズマからのイオンでスパッタエッチングして、チャック表面から汚染物質を除去するステップ、を有することを特徴とする方法。

【請求項18】更に、酸素を前記チャンバに導入して、チャックの表面を不動態化するステップを有することを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項19】更に、チャックの表面状態を検出し、前記チャックの表面状態に反応してウェハの処理を停止するステップを有することを特徴とする請求項17に記載の方法。

30 【請求項20】セラミック基体の表面状態を調節するためのスパッタエッチクリーニングチャンバであって、アノードを形成する壁を有する真空チャンバと、

前記真空チャンバ内に支持され、前記真空チャンバ内の前記セラミック基体を支持するための、カソードを形成するベDESTALと、

前記アノードとカソードに結合され、RF電圧を供給するためのRF電源と、

RF電圧に反応してプラズマを生成し、前記セラミック基体の前記表面をスパッタエッチングすることができるように、前記チャンバに結合され、ガスを真空チャンバへ供給するためのガス供給源、を有することを特徴とするスパッタエッチクリーニングチャンバ。

【請求項21】前記ガス供給源は、スパッタエッチングするための不活性ガスを含む不活性ガス供給源、及び自由な汚染物質と前記セラミック基体の前記表面を不動態化するための反応性ガスを含む反応性ガス供給源、を有することを特徴とする請求項19に記載のスパッタエッチクリーニングチャンバ。

【発明の詳細な説明】

50 【0001】

【発明の属する分野】本発明は、半導体ウェハの処理システムのセラミック素子をクリーニングし、表面状態を調整するための処理に関する。特に、本発明は、プラズマを用いる半導体ウェハの処理装置の静電セラミックチャック及び他のセラミック素子の表面をクリーニングするための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】正確に制御された薄膜の堆積を与えるプラズマをベースとする反応は、半導体産業にとって益々重要になっている。例えば、高温の物理気相堆積(PVD)の半導体ウェハ処理システムにおけるプラズマリアクタは、一般に、反応ガス、チャンバ内に電界を生成する一対の間隔の開けられた電極(カソード及びアノード)及び電界内に基板を支持するための基板支持体を有するための反応チャンバを有する。カソードは、代表的には基板支持体内に埋め込まれており、一方、アノードは基板上にスパッタされ、或いは堆積されるべきターゲット材料内に埋め込まれている。電界は、反応ガスをイオン化して、プラズマを発生させる。見ることができるグローによって特徴づけられたプラズマは正と負の反応ガスイオンと電子の混合である。プラズマからのイオンはターゲットに衝撃を与え、堆積材料を放出させる。このようにして、堆積層がカソードに直ぐ上にある基板支持体の表面上に支持されている基板上に形成する。

【0003】高温PVDシステムに用いられる特別の型式の基板支持体は、セラミックの静電チャックである。セラミックの静電チャックは、基板(即ち、半導体ウェハ)とチャック間に静電引力を生成して、処置中にウェハを静止位置に保持する。電圧は、ウェハと電極にそれぞれ反対極性の電荷を誘導するように、セラミックチャック体内に埋め込まれた1以上の電極に印加される。反対極性の電荷はチャックの支持体表面に対して同一平面にあるウェハを引きつけ、それによりウェハを静電的にクランプする。更に、“ユニポーラ”の静電チャックにおいて、電圧がチャックを支持するベDESTAL内に埋め込まれた電極に印加される。プラズマが接地されたチャンバ要素とウェハ支持体上のウェハに接触するか、極めて接近すると、電圧は、ある内部チャンバの接地基準になる。ウェハはプラズマを通して電気的に大地に接続される。ウェハは誘電体であるので、ウェハの裏面とウェハ支持体の上面に反対極性の電荷がたまり、静電吸引力がウェハとチャック間に作られる。

【0004】高温チャックを作るために用いられるセラミック材料は、代表的には窒化アルミニウム、或いは酸化チタン(TiO₂)のような金属の酸化物でドーブしたアルミナ、或いは同じ抵抗特性を有する他のセラミック材料である。セラミックのこの形態は高温で半導電性である。この特性のために、ウェハはジョンソンラーベック効果によってチャックに対して主として保持される。このようなチャックは1992年5月26日に発行され

た米国特許第5,117,121号に開示されている。セラミックから作られたチャック体を用いることの1つの欠点は、チャック表面の特性が時間と共に変化する点である。例えば、チャック表面を有機材料に曝すと、チャックの性能は劣化する。特に、不定の(表面)炭素、水及び水酸化物がチャック表面に集まる。ウェハがロードロックからチャンバへ通されたり、或いはチャンバがメンテナンスサイクル中に大気に曝されると、この汚染物質が処理中にチャンバ内に入る。更に、チャンバ要素のガス抜きは、例えばチャンバ内のOリングの故障やガス抜きは炭化水素の汚染物質を生成する。これらの汚染物質が、チャック表面に導電性炭素の膜を生成し、もしそれを取り除かないと、グローを発生する。更に、汚染を生じるウェハ処理の余分な生成物がチャック表面に集まる。しかしこれらの処理の余分な生成物は主な汚染物質とは考えられない。繰り返し処理やメンテナンスサイクルの後、これらの汚染物質の蓄積がチャックの性能を落とし、チャックを役立たなくする(即ち、チャック力が極端に下がり、及び/又は一様でなくなる)。チャックを早期に取替えると、装置が高価なものとなり、チャンバの非稼働時間を減少する。

【0005】従って、チャックの支持表面上ばかりでなく、他の半導体ウェハの処理システムのセラミック要素上に堆積した汚染の膜を除く方法の必要性がある。

【0006】

【発明の概要】従来技術のこれらの欠点は、本発明のセラミック体の表面状態を調節するための方法および装置によって克服される。更に詳細には、本発明による第1の実施の形態は、半導体ウェハの処理チャンバにおけるチャック表面から残っている表面層の膜を除去するためにプラズマを使用する方法である。プロセスチャンバは真空ポンプ、アノード及びカソードを有している。本方法は、真空ポンプでチャンバを真空に保つステップ、ガスをチャンバ内に導入するステップ、アノードとカソードをRF電力で付勢して、ガスをプラズマに生成するステップ、及びチャックの表面をプラズマからのイオンでスパッタリングして、そこから汚染物質を除去するステップを有する。更に、複数のガスがチャンバに導入される。1つのガスは不活性ガスで、他のガスは反応性ガスである。反応性ガスはチャックの表面材料ばかりでなく、表面から除去される粒子の汚染物質と結合するようにする。この結合は、自由の汚染物質とチャックの表面を不動態化する。

【0007】本発明の第2の実施の形態は、専用のクリーニングチャンバ内で第1の実施の形態のスパッタクリーニングプロセスを行う方法及び装置である。このチャンバは、クリーニングすべきセラミック要素を支持するカソードベDESTAL、接地されたアノードチャンバ壁及び真空ポンプを有する。この方法は、真空ポンプでクリーニングチャンバを真空にし、維持するステップ、スパ

5

ッタエッチングガスをチャンバに導入するステップ、アノードとカソードをRF電力で付勢して、ガスをプラズマに生成するステップ、及びチャックの表面をプラズマからのイオンでスパッタエッチングして、そこから汚染物質を除去するステップを有する。反応ガスもチャンバ内に導入されて、セラミック要素の表面ばかりでなく自由な汚染物質を不動態化する。

【0008】本発明の新規な方法を用いた結果として、セラミック体に付着した汚染物質の膜は充分除かれる。本発明によって、セラミックチャックがクリーニングされ、チャックの表面の完全性が保たれるので、この実質的な改善は、チャックの寿命、性能を増加し、チャンバの過剰なメンテナンス或いは非稼働時間のないいろいろな処理サイクルわたって、クランプする力を保持する。

【0009】

【実施の形態】理解を容易にするために、図面に共通の同一素子を示すのに、可能であれば、同一の参照番号を用いている。図1は、半導体ウェハを処理するためのPVD反応チャンバとウェハの処理におけるその動作を詳しく理解するために、読者は1993年7月20日に発行された米国特許第5,228,501号の詳細な説明と図面を参照されたい。それは、カルフォルニアのサンタクララにあるアブライドマテリアルズ社によって製造されたPVDに使用されたウェハ支持装置を開示する。ウェハ102は、基板支持装置、即ちベDESTALの支持表面105上に載っている。ベDESTAL104は、ベDESTAL基体106とシャフト126を有し、シャフトは、離れた電源122と124からのDCとRF電力をベDESTAL104に導通するために必要な導線を含む。更に、シャフト126はガス導管を備え、ベDESTAL104を通してベDESTAL104上方に直接配置されているプロセスキャビティへガスを供給する。またベDESTAL104は、セラミックのチャック基体118に埋め込まれた1以上のチャック電極120を備える。昇降ピン110は、垂直なシャフト114に接続されたプラットフォーム112上に取り付けられ、処理後ウェハ102をベDESTAL表面105から持ち上げるように働く。

【0010】スパッタリング或いは堆積材料のターゲット116がベDESTAL104の上方に配置されている。ターゲット116は、通常アルミニウムかチタンであり、チャンバ100から電気的に絶縁されている。離れた電源122は高電圧のDC電源であり、ウェハをスパッタリングするマグネトロンのために、ターゲット116とベDESTAL104間に電気的に接続されている。更に、RF（高周波）電源124はベDESTAL基体106を介してベDESTAL104に結合されている。このように、ベDESTAL104はRF電圧に関してカソードとチャンバ壁であるアノードを形成する。残りのリング10

6

8とカバーリング138はベDESTAL104の周囲を囲み、チャンバの下側領域140への不所望な堆積を防ぐ。動作について、ウェハ102はベDESTAL104の支持表面105上に置かれる。空気が真空ポンプ128を介してチャンバの外へ抜かれて低い真空状態を形成する。プロセスガス、好ましくはアルゴンがチャンバ100へ導入される。電源122が付勢され、ウェハを支持体表面105に静電的にクランプする。特に、電源122は、DCバイアスをセラミックチャック基体118内の電極120へ印加する。電源122によって生じた高電圧レベルはガスをプラズマにし、ターゲット116にバイアスを与え、それによりターゲット材料をウェハ上にスパッタするようにする。

【0011】小さな粒子の残留物がウェハの処理中にチャック表面105上に思いがけず堆積される。ウェハ処理中に有機材料の破損からの導電性膜がチャック表面105上に形成する。これらの汚染物質はチャック表面の完全性を侵し、静電クランピング性能を低下させる。導電性膜は、不活性と反応性の電気的に導電性の混合ガスによって持続されたプラズマを用いて、低温、低圧の環境で静電セラミックチャックのスパッタクリーニングをする新規な方法を用いて除去される。ウェハがない間に汚染物質を除去するためにプラズマを用いるこの方法は、ここでは“スパッタエッチング”プロセスと呼ばれる。この“スパッタエッチング”プロセスは、不活性ガスのプラズマを生成し、そのイオンはチャック表面に衝突して、汚染膜と付着された汚染物質を取り除く。このように、チャック表面105はクリーニングされ、その前処理状態に保たれる。

【0012】状態調節プロセスは、周期的なメンテナンスルーチンとしてか、或いはチャック力が低下したときに開始される。チャックの劣化を実験的に解析すれば、周期的なメンテナンスルーチンを行って、チャック表面の汚染によるチャック力の低下を避けることができる。それに代えて、チャック力がモニターされ、もし、チャック力が許容できないレベルに低下したら、チャック表面をクリーニングし、状態調節することもできる。その結果、ウェハ処理は停止され、スパッタエッチングの状態調節プロセスが、チャックを大気に曝すことなく、開始される。スパッタクリーニングプロセスは、チャンバ壁のスリットバルブ146を通してロードロック（図示せず）へ最後に処理されたウェハを移送することによって開始される。まだウェハの処理真空（およそ 10^{-7} ～ 10^{-9} トール）にあるチャンバ100は、室温である。不活性ガス（好ましくはアルゴン）がバルブ132、主なフロー制御装置144及び導管142を介して不活性ガス源130からチャンバ100へ導入されて、最適なプラズマ点火の圧力範囲（好ましくは8ミリトル）を確立する。RF電源124は、“クリーニングプラズマ”を生成するために付勢される。他の電源を用い

ることもできるが、13.56MHzの電源124は好適な“クリーニングプラズマ”電源である。何故ならば、それはチャック表面上に低いバイアス電圧を提供するからである。これらの条件の下で、“クリーニングプラズマ”は、チャックを形成するセラミック材料をスパッタすることなく、汚染膜を選択的にスパッタする。

【0013】プラズマが一旦生成されると、最適な“クリーニングプラズマ”の効果、或いはスputタエッチング速度のために、チャンバ圧力は下げられる。この最適なスputタエッチング速度は、約1.5ミリトールのチャンバ圧力と75WのRF電力レベルで生じるスパッタリングイオンの高い平均自由行程(high mean free path)と一致する。“クリーニングプラズマ”は、チャック表面から汚染物質を取り除くために、必要な限りチャンバ内で維持される。代表的なクリーニングサイクルは2〜20分の範囲で行う。汚染物質及び余分なガスは、2つの異なる代替方法によってチャンバから排出される。ガスフロー法を用いれば、真空ポンプ128がチャンバ100から汚染物質を連続的に汲み上げ、それによりクリーニングサイクル中約1.5ミリトールのチャンバ圧力を維持する。バックフィル(backfill)法を用いれば、圧力はクリーニングプラズマの点火後、約8ミリトールに維持される。真空ポンプ128は、クリーニングサイクルの終わりに、汚染物質を排出する。

【0014】より詳細には、不活性ガスとしてアルゴンを用いて、正に帯電されたアルゴンイオンがプラズマ内に生成され、負にバイアスされたチャック表面に衝撃を与える。これは、セラミックを活性にし、比較的弱く結合された残りの粒子をチャック表面からスパッタする。不活性ガスの衝撃は、チャックを構成している多孔性のセラミック材料内に吸着されたガスの分子も取り除く。不活性ガスのクリーニング効果を補うために、反応性ガスもバルブ136を介して反応性ガス供給源134からチャンバへ導入される。反応性ガスはプラズマの点火前にチャンバに入る。反応性ガスとして酸素を用いると、プラズマ内のイオン化された酸素分子がチャック表面上のスパッタされた原子と反応し、チャック表面上に不活性ガスの残留物と不動態層を形成する。例えば、窒化アルミニウムから成るセラミックチャックにおいて、酸素は窒化アルミニウムと結合して、チャックの表面に酸化アルミニウムの層を形成する。この層形成或いは不動態化は、チャックの性能を維持している限り、ウェハの処理中更なる汚染からチャック表面を保護する。不動態化された誘電体層の厚さは、チャック上の負のバイアス電圧とプロセス期間に依存する。

【0015】上述の方法におけるスパッタクリーニングプロセスを使用すると、全ての導電性膜と吸着されたガスと殆ど関係のないセラミックチャックの表面を生じる。スパッタクリーニングプロセスが完了した後、チャックはウェハの処理サイクルのために用意し、チャンバ

を適切な真空レベルにする必要性、チャンバのマニュアルによるクリーニング、或いはチャックの表面上に汚染膜の成長による相互に関連のある要素を取替えることなく再スタートする。“クリーニングプラズマ”を作るために、アルゴンと酸素のみを記載したが、他のガスを用いることもできる。例えば、不活性ガスであるヘリウムをアルゴンと置き換えることができる。反応性ガスは、除去される材料、チャック表面或いはその双方の不動態化を作るために反応している反応の型式及び物質を決定することによって、選択され得る。例えば、反応性ガスとして窒素を用いることは、チャックの表面上に窒化アルミニウムの補給という追加の利益を生じる。

【0016】上で説明したように、クリーニング動作は、比較的低温で行うことができる。これは、スパッタクリーニングの共有結合されたセラミックにおいて、特に有用である。このセラミックは真空状態の下で、上昇した温度で金属の豊富な表面層に分解するからである。しかし、クリーニング動作は高温で行うこともできる。例えば、ウェハの処理中に窒化アルミニウムのチャック表面に形成された黒鉛炭素(汚染)の導電性表面膜は、高温で上記の方法を用いて除去される。特に、本発明のこの実施の形態において、酸素のような反応性ガスが真空中で加熱チャンバに導入される。温度は好ましくは500℃〜600℃の範囲である。チャンバは、ベDESTALヒーター、加熱ランプ等を含む、いろいろな既知の加熱源によって加熱される。反応性ガスは、プラズマを生成するためにRFエネルギー源によって点火される。プラズマは、本来、動作温度にも寄与する。プラズマにおいて高度に刺激された酸素原子はチャックの表面から汚染物質をスパッタする。更に、高いチャンバ温度のために、窒素は表面のアルミニウムを豊富なままにしている汚染物質のない表面から選択的にスパッタされる。このように、チャックの表面は酸化アルミニウムの不動態層を形成している酸素と容易に反応する。不動態層は不所望な導電性膜の再成長を遅らせる。前述のように、本発明は、反応性ガスとしての酸素の使用に限定されず、ガスと不動態層の所望の量と反応する材料に基づいて、反応性ガスを使用することができる。

【0017】本発明の好適な実施の形態は、PVDの半導体ウェハの処理チャンバにおけるセラミックの静電チャックの表面をクリーニングする方法として記載されたが、この方法は、エッチングおよび化学的気相堆積(CVD)のウェハ処理装置に用いられるもののようなあらゆる型式のセラミックのチャックをクリーニングするために有用である。本発明の好適な実施の形態が、元に戻すクリーニングの方法として記載されたが、本発明は専用のクリーニングチャンバにおいても用いることができる。例えば、専用のクリーニングチャンバに本発明を用いて、薄膜(例えば、製造工程、或いは空気への露出からの残留物)がセラミック要素の表面から除かれる。プ

9

ロセス汚染を避けるために、このクリーニングが、真空環境において高温で要素を用いる前に、クリーニングチャンバ内で行われる。

【0018】図2は、本発明の方法を用いるセラミック要素に対するクリーニングチャンバを示す。クリーニングチャンバ200は、RFバイアスされたベDESTAL(カソード)204とアノードを形成する接地されたチャンバ壁206を含む(即ち、クリーニングチャンバは、昇降ピン、ターゲット等を含まない)。クリーニングプロセスは、汚染されたセラミック要素202がベDESTAL204上に配置されている点を除いて、上述のそれと同じである。供給源130と134からのガスはバルブ132と136、マスフロー制御装置144及び導管142をそれぞれ介してチャンバに導入される。その後、ベDESTAL(カソード)204がRF電源124によって付勢されて、要素から汚染物質をスパッタエッチングする。自由な汚染物質が真空ポンプ208を介してチャンバ200から取り除かれる。

【0019】要するに、本発明を使用すると、大気、即ちチャンバ内の真空を破ることから更なる汚染にチャック表面を曝すことなく、静電セラミックチャックの表面を元に戻すクリーニングを提供する。このように、チャンバの環境破壊は、チャックを前のプロセス状態に戻す*

10

*必要がない。クリーニングプロセスは速いので、チャンバの不稼働時間が最小になる。プロセスが維持され、チャックの表面を再調節するために必要な多数回繰り返される、それにより現在利用可能であるより長いチャック寿命を促進する。クリーニングプロセスは、スパッタされる材料が低い、ガスの散乱或いは逆に高い、平均自由行程を有することを補償する低圧で生じる。この条件は、表面から余分な生成物の除去を容易にし、チャック表面上の再累積及び過剰な堆積を防ぐ。本発明の装置は、いろいろな形状のセラミック要素或いはセラミック基体のから汚染物質を除去することができるクリーニングチャンバを提供する。

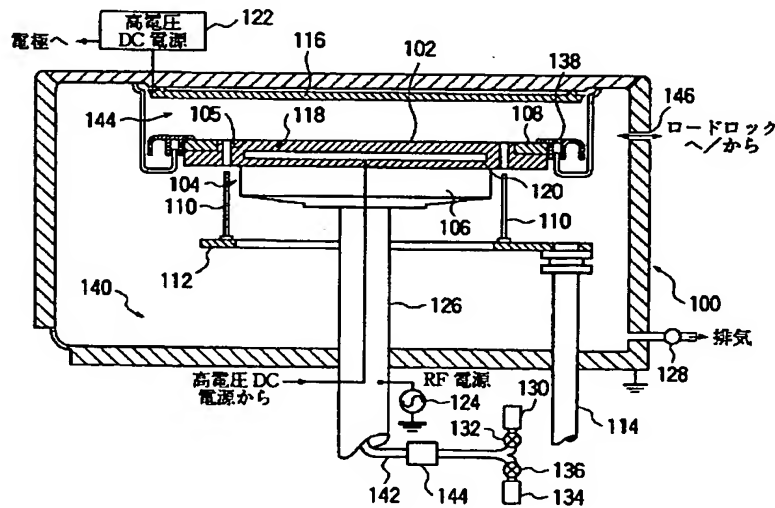
【0020】本発明の教示を組み込んだいろいろな実施の形態が示され、詳細に説明されたが、この分野の通常の知識を有するものは、これらの教示を組み込んだ他の、多くの変形された実施の形態を容易に知ることができる。

【図面の簡単な説明】

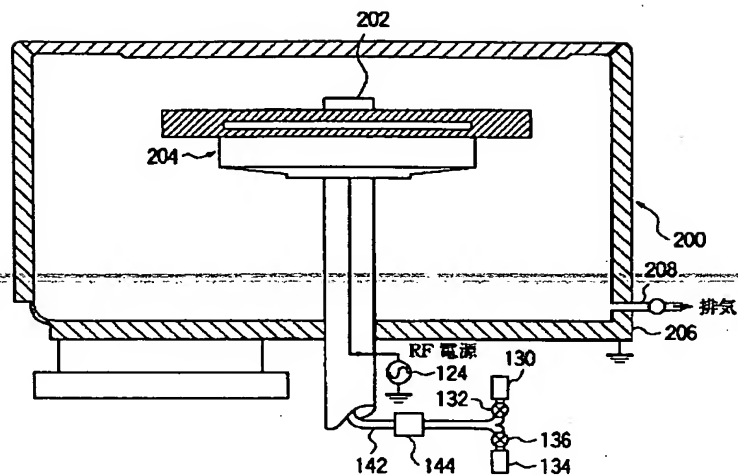
【図1】本発明の方法を用いて、半導体ウェハを処理するためのPVDチャンバの断面図を示す。

【図2】本発明による第2の実施の形態の断面図を示し、クリーニングチャンバは本方法を用いている。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/68

H 0 1 L 21/68

N

// C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

E

C

(72)発明者 ヴィンス パークハート

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95129 サン ホセ 4 リッチフィールド
ドライブ 435

(72)発明者 スティーヴ サンソーニ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95126 サン ホセ セント エリザベス
ドライブ 832

(72)発明者 ヴィージェイ バルケ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94086 サニーヴェール サウス フェア
オークス アベニュー 655 ディー108

(72)発明者 ユージーン ツォウ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94022 ロス アルトス セカンド スト
リート 80 アpartment 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.